

TUGAS AKHIR

**STUDI BAHAN VELG ALUMINIUM YANG DI
QUENCHING 520 °C TERHADAP SIFAT FISIS DAN
MEKANIS DARI TIGA MERK YANG BERBEDA**



Tugas Akhir ini Disusun Guna Memperoleh Gelar Sarjana
Strata Satu Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Disusun oleh :

WAHYU TRI SUGENG RIYADI
NIM : D.200.05.0041

FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK MESIN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2011

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul :

**“STUDI BAHAN VELG ALUMINIUM YANG DI *QUENCHING* 520 °C
TERHADAP SIFAT FISIS DAN MEKANIS DARI TIGA MERK YANG
BERBEDA“**

Yang dibuat untuk memenuhi sebagai syarat memperoleh derajat sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan dan pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Muhammadiyah Surakarta atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya saya cantumkan sebagaimana mestinya.

Surakarta, Oktober 2011

Yang menyatakan

Wahyu Tri Sugeng Riyadi

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas Akhir berjudul “**STUDI BAHAN VELG ALUMINIUM YANG DI *QUENCHING* 520 °C TERHADAP SIFAT FISIS DAN MEKANIS DARI TIGA MERK YANG BERBEDA**“, telah disetujui oleh Pembimbing dan diterima untuk memenuhi sebagai persyaratan memperoleh gelar sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh :

Nama : **WAHYU TRI SUGENG RIYADI**

NIM : **D.200.50.0041**

Disetujui pada :

Hari :

Tanggal :

Mengetahui

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping

Ir. Bibit Sugito, MT

Dr. Supriyono

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir berjudul : **“STUDI BAHAN VELG ALUMINIUM YANG DI *QUENCHING* 520 °C TERHADAP SIFAT FISIS DAN MEKANIS DARI TIGA MERK YANG BERBEDA“**, telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan telah dinyatakan sah untuk memenuhi sebagai syarat memperoleh derajat sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh :

Nama : **WAHYU TRI SUGENG RIYADI**

NIM : **D.200.50.0041**

Disahkan pada :

Hari :

Tanggal :

Tim Penguji :

Ketua : Ir. Bibit Sugito, MT. (.....)

Anggota 1 : Dr. Supriyono (.....)

Anggota 2 : Ir.H. Masyrukan, MT (.....)

Dekan,

Ketua Jurusan,

Ir.Agus Riyanto, SR, MT

Ir. Sartono Putro, MT

LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Berdasarkan surat Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta

Nomor 02094/A.3-II/TM/TA/X/ 2010. Tanggal 20 Oktober 2010.

dengan ini :

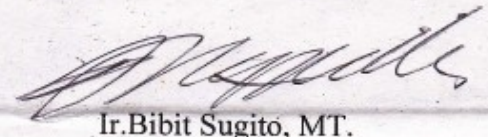
Nama : Ir.Bibit Sugito, MT.
Pangkat/Jabatan : Lektor Kepala
Kedudukan : Pembimbing Utama / Pembimbing Kedua *)
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
memberikan Soal Tugas Akhir kepada mahasiswa :

Nama : Wahyu Tri Sugeng
Nomor Induk : D 200 050 041
NIRM : -
Jurusan/Semester : Teknik Mesin / Akhir
Judul/Topik : *STUDI BAHAN VELG ALUMUNIUM YANG DI TRETMENT TERHADAP SIFAT FISIS
DAN MEKANIS DARI 3 MERK BERBEDA*
Rincian Soal/Tugas :
- UJI KOMPOSISI KIMIA
- UJI KEKERASAN
- UJI TARIK
- UJI STRUKTUR MIKRO
- UJI IMPAK

Demikian soal tugas akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 20 Oktober 2010.

Pembimbing



Ir.Bibit Sugito, MT.

Cc. : Dr. Supriyono

Lektor Kepala

*) Coret salah satu

1. Warna biru untuk Kajar

2. Warna kuning untuk Pembimbing I

3. Warna merah untuk Pembimbing II

4. Warna putih untuk mahasiswa

MOTTO

”Jadikanlah sabar dan shalat sebagai penolongmu.

Dan sesungguhnya yang demikian itu sungguh berat,
kecuali bagi orang-orang yang khusyu”

(Q.S Al Baqarah : 45)

”karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan,
maka apabila kamu telah selesai dari sesuatu urusan, kerjakanlah
dengan sungguh-sungguh urusan yang lain.

Dan hanya kepada Tuhanmulah hendaknya kamu berharap”

(Q.S Alam Nasyarah : 6-8)

”Hidup adalah belajar, kehidupan adalah pelajaran.

Mati adalah misteri, penentuan dan akhirat adalah prestasi hidup.

Maka janganlah kamu hidup dengan mimpi-mimpi, tapi hidupakanlah mimpi-mimpimu”

(Abdullah Gymnastiar)

”Ada dua cara menjalani hidup, yaitu menjalaninya dengan keajaiban-keajaiban atau
menjalaninya dengan biasa-biasa saja ”

(Albert Einstein)

” Jangan mengejar kesuksesan, tapi kejarlah kesempurnaan.

Maka kesuksesan akan menghampirimu ”

(Penulis)

” Work hard is energy us ”

(exxon mobile)

PERSEMBAHAN

Sujud syukurku pada-Mu Illahi Robbi yang senantiasa memberikan kemudahan bagi hamba-Nya yang mau berusaha. Petunjuk dan bimbingan-Mu selama hamba menuntut ilmu diperantauan berbuah karya sederhana ini yang kupersembahkan kepada :

- ❖ Agamaku yang telah mengenalkan aku kepada ALLAH SWT serta Rosul-Nya yang mengarahkan dari jalan dari gelap-gulita menuju terang benderang, terimakasih ALLAH atas ridhonya hingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini, walaupun kadang keluar dari jalan yang Engkau tetapkan. (“Engkau yang mendengar do’aku dan mengabulkan jerih payahku”).
- ❖ Ayah dan Ibu tercinta, dengan do’a, cinta dan kasih sayang tulusnya selalu senantiasa memberikan kekuatan dalam setiap langkah ananda, terima kasih atas semua pengorbanan yang tidak ternilai harganya.
- ❖ Kakakku Hesti Purnomowati dan Endang Dwi Hastuti, SE yang selalu memberikanku do’a, inspirasi maupun dukungan kepadaku.
- ❖ Ervina Dwi Rahayu, yang selalu memberikanku dukungan dan terimakasih atas kesetiaanya.
- ❖ Teman-temanku teknik mesin yang selalu membantuku saat senang maupun susah hingga selesainya Tugas Akhir ini.
- ❖ Almamater Fakultas Teknik UMS.
- ❖ Dan semua pihak yang telah membantu, semoga ALLAH SWT yang membalas segala kebaikanmu.

STUDI BAHAN VELG ALUMINIUM YANG DI QUENCHING 520°C TERHADAP SIFAT FISIS DAN MEKANIS DARI TIGA MERK YANG BERBEDA

Wahyu Tri Sugeng Riyadi, Bibit Sugito, Supriyono

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. A. Yani Tromol Pos I Pabelan, Kartasura

ABSTRAKSI

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh perlakuan panas (heat treatment) terhadap sifat fisis dan mekanis pada velg aluminium paduan AlSiCu.

Bahan velg yang diuji pada penelitian ini adalah aluminium yang diperoleh dengan cara pengecoran. Setelah itu dilakukan pembuatan spesimen standar JIS Z 2201 dan 2202 (1981). Perlakuan panas (heat treatment) dilakukan dalam dua tahap yaitu: Solution Treatment pada suhu 520°C ditahan selama 1 jam, pendinginan dengan menggunakan media air. Untuk mengetahui sifat fisis dan mekanis bahan uji dilakukan beberapa pengujian meliputi : uji komposisi kimia, uji struktur mikro, uji kekerasan, uji tarik, dan uji impact.

Hasil pengujian benda uji yang telah di heat treatment dibandingkan dengan hasil pengujian raw material. Didapatkan hasil komposisi kimia golongan paduan AlSiCu. Pada uji struktur mikro material yang sudah mengalami heat treatment terlihat homogen, unsur Cu menyebar merata pada aluminium. Pada uji kekerasan diperoleh harga kekerasan rata-rata tertinggi saat heat treatment adalah velg merk Sprint 59,10 Kg/mm² dan harga kekerasan rata-rata terendah saat raw material adalah velg merk YIMM (Mio) 40,87 Kg/mm². Pada uji tarik tegangan maksimal rata-rata tertinggi raw material pada velg merk YIMM (Mio) yaitu 222,12 kg/mm² dan tegangan maksimal rata-rata tertinggi heat treatment pada velg merk V.Rossi 72,31 kg/mm². Harga tegangan maksimal rata-rata terendah raw material pada velg merk V.Rossi yaitu 138,99 kg/mm² dan tegangan maksimal rata-rata terendah heat treatment pada velg merk Sprint 62,35 kg/mm². Pada uji impact diperoleh harga keuletan rata-rata pada ketiga merk velg diatas relatif berbeda-beda, Akan tetapi nilai impact pada merk YIMM (Mio) dan V.Rossi yaitu 0,068 J/mm² dan 0,604 J/mm², setelah di heat treatment harga keuletan rata-ratanya lebih tinggi daripada harga keuletan rata-rata saat raw material, harga keuletan rata-rata terendah pada velg merk Sprint yaitu 0,114 J/mm² pada saat raw material dan 0,113 J/mm² pada saat heat treatment, dikarenakan merk velg jenis Sprint mempunyai harga keuletan yang relatif rendah. Sehingga velg merk Sprint tidak mengalami fenomena transisi liat-getas setelah dilakukan heat treatment.

Kata kunci : Aluminium, Heat Treatment, Sifat Fisis dan mekanis

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Syukur Alhamdulillah, penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas berkah dan rahmat-Nya sehingga laporan penelitian ini dapat terselesaikan.

Tugas Akhir berjudul **"STUDI BAHAN VELG ALUMINIUM YANG DI QUENCHING 520°C TERHADAP SIFAT FISIS DAN MEKANIS DARI TIGA MERK YANG BERBEDA"**, dapat terselesaikan atas dukungan dari pihak. Untuk itu pada kesempatan ini, penulis dengan segala ketulusan dan keikhlasan hati ingin menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Ir. Agus Riyanto, SR, MT, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Bapak Ir. Sartono Putro, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
3. Bapak Ir. Bibit Sugito, MT, selaku Dosen Pembimbing I yang telah membimbing, mengarahkan, memberikan petunjuk dalam penyusunan Tugas Akhir ini dengan sangat perhatian, baik, sabar dan ramah.
4. Bapak Dr. Supriyono, selaku Dosen Pembimbing II yang telah membimbing, mengarahkan, memberikan petunjuk dalam penyusunan Tugas Akhir ini dengan sangat perhatian, baik, sabar dan ramah.
5. Dosen Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta yang telah memberikan ilmu pengetahuan kepada penulis selama mengikuti kegiatan kuliah.

6. Bapak dan Ibu tercinta yang setiap malam selalu mendoakan, memberikan semangat dan dorongan, serta terima kasih atas semua nasehat, bimbingan, dan pengorbananmu selama ini sehingga penulis terpacu untuk menyelesaikan tugas akhir ini. Semua do'a dan kasih sayang yang tulus ini akan selalu mengiringi langkahku.
7. Kedua kakakku yang selalu memberikan semangat, bantuan dan pengertiannya selama ini.
8. Kelompok Tugas Akhirku, Wahyu Nurul Haryanto terima kasih atas kerjasamanya.
9. Teman – teman Teknik Mesin 2005 dan teman - teman kos terima kasih atas segala suka duka yang mewarnai sebagian hari-hari penulis, semoga persaudaraan ini bisa berlangsung lebih lama lagi dan lebih kompak di segala hal. Amien.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun dari pembaca akan penulis terima dengan senang hati.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb

Surakarta, Oktober 2011

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR.....	v
MOTTO	vi
PERSEMBAHAN.....	vii
ABSTRAKSI.....	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xviii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xx
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Tujuan Penelitian	3
1.3. Manfaat Penelitian	4
1.4. Batasan Masalah	5
1.5 Metodologi Penelitian	5
1.6 Sistematika Penulisan	6

BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka	9
2.2. Landasan Teori.....	11
2.2.1. Aluminium	11
2.2.2. Aluminium Paduan	12
2.2.3. Perlakuan Panas Pada Paduan Aluminium	17
2.2.4. Pengujian	20

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Diagram Alir Penelitian	35
3.2. Alat Dan Bahan.....	36
3.2.1. Bahan Penelitian	36
3.2.2. Alat Penelitian	36
3.3. Instalasi Penelitian.....	38
3.3.1 Alat Uji Perlakuan Panas	38
3.3.2 Alat Uji Komposisi Kimia	39
3.3.3 Alat Uji Struktur Mikro	40
3.3.4 Alat Uji Kekerasan	42
3.3.5 Alat Uji Impact	43
3.3.6 Alat Uji Tarik.....	45
3.4. Sampel Pengujian.....	46
3.4.1. Spesimen Uji Komposisi Kimia	46
3.4.2. Spesimen Uji Struktur Mikro	47
3.4.3. Spesimen Uji Kekerasan.....	47

3.4.4. Spesimen Uji <i>Impact</i>	47
3.4.5. Spesimen Uji Tarik.....	48

BAB IV DATA HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Hasil Uji Komposisi Kimia	49
4.2. Data Hasil Uji Struktur Mikro.....	51
4.3. Data Hasil Uji Kekerasan.....	54
4.4. Data Hasil Uji Tarik.....	60
4.5. Data Hasil Uji <i>Impact</i>	69

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan	75
5.2. Saran.....	76

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram Fasa Al-Si.....	13
Gambar 2.2 Diagram Fasa Al-Cu.....	14
Gambar 2.3 Diagram Fasa Al-Mg	15
Gambar 2.4 Diagram Fasa Al-Zn.....	16
Gambar 2.5 Skema hubungan waktu dan temperatur dalam proses <i>heat treatmen</i> pada aluminium	20
Gambar 2.6 Diagram Tegangan-Regangan	26
Gambar 2.7 Prinsip Uji <i>Impact</i>	27
Gambar 2.8 Prinsip Uji Kekerasan	30
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	35
Gambar 3.2 Bahan Penelitian	36
Gambar 3.3 Tanur Elektrik.....	39
Gambar 3.4 Alat Uji <i>Spectrometer</i>	40
Gambar 3.5 Alat Uji Struktur Mikro	41
Gambar 3.6 Alat Uji Kekerasan.....	43
Gambar 3.7 Alat Uji Impact.....	43
Gambar 3.8 Alat Uji Tarik	45
Gambar 3.9 Spesimen Pengujian Komposisi Kimia.....	46
Gambar 3.10 Spesimen Pengujian Struktur Mikro	47
Gambar 3.11 Spesimen Pengujian <i>Impact</i> (JIS Z 2202)	47
Gambar 3.12 Spesimen Pengujian Tarik (JIS Z 2201) No.5	49

Gambar 4.1 Struktur mikro <i>Raw Material</i> spesimen	
velg YIMM (Mio) Pembesaran 100x.....	51
Gambar 4.2 Struktur mikro <i>Quenching 520°C</i> spesimen	
velg YIMM (Mio). Pembesaran 100x	51
Gambar 4.3 Struktur mikro <i>Raw Material</i> spesimen	
velg Sprint. Pembesaran 100x	51
Gambar 4.4 Struktur mikro <i>Quenching 520°C</i> spesimen	
velg Sprint Pembesaran 100x.....	52
Gambar 4.5 Struktur mikro <i>Raw Material</i> spesimen	
velg V.Rossi. Pembesaran 100x.....	52
Gambar 4.6 Struktur mikro <i>Quenching 520°C</i> spesimen	
velg V.Rossi Pembesaran 100x.....	52
Gambar 4.7 Histogram perbandingan rata-rata	
antara <i>Raw Material</i> dengan <i>Quenching 520°C</i>	
terhadap uji kekerasan pada velg merk YIMM (Mio).....	55
Gambar 4.8 Histogram perbandingan rata-rata	
antara <i>Raw Material</i> dengan <i>Quenching 520°C</i>	
terhadap uji kekerasan pada velg merk Sprint.	56
Gambar 4.9 Histogram perbandingan rata-rata	
antara <i>Raw Material</i> dengan <i>Quenching 520°C</i>	
terhadap uji kekerasan pada velg merk V.Rossi.....	58

Gambar 4.10 Histogram perbandingan tegangan luluh rata-rata antara <i>Raw Material</i> dengan <i>Quenching 520°C</i> terhadap uji tarik pada velg merk YIMM (Mio).....	61
Gambar 4.11 Histogram perbandingan tegangan maksimal rata-rata antara <i>Raw Material</i> dengan <i>Quenching 520°C</i> terhadap uji tarik pada velg merk YIMM (Mio) kekerasan rata-rata.	61
Gambar 4.12 Histogram perbandingan regangan rata-rata antara <i>Raw Material</i> dengan <i>Quenching 520°C</i> terhadap uji tarik pada velg merk YIMM (Mio).....	62
Gambar 4.13 Histogram perbandingan tegangan luluh rata-rata antara <i>Raw Material</i> dengan <i>Quenching 520°C</i> terhadap uji tarik pada velg merk Sprint	63
Gambar 4.14 Histogram perbandingan tegangan maksimal rata-rata antara <i>Raw Material</i> dengan <i>Quenching 520°C</i> terhadap uji tarik pada velg merk Sprint	64
Gambar 4.15 Histogram perbandingan Regangan rata-rata antara <i>Raw Material</i> dengan <i>Quenching 520°C</i> terhadap uji tarik pada velg Sprint.....	64
Gambar 4.16 Histogram perbandingan tegangan luluh rata-rata antara <i>Raw Material</i> dengan <i>Quenching 520°C</i> terhadap uji tarik pada velg merk V.Rossi.....	66

Gambar 4.17 Histogram perbandingan tegangan maksimal rata-rata antara <i>Raw Material</i> dengan <i>Quenching 520°C</i> terhadap uji tarik pada velg merk V.Rossi.....	66
Gambar 4.18 Histogram perbandingan Regangan rata-rata antara <i>Raw Material</i> dengan <i>Quenching 520°C</i> terhadap uji tarik pada velg merk V.Rossi.....	67
Gambar 4.19 Histogram perbandingan harga keuletan rata-rata antara <i>Raw Material</i> dengan <i>Quenching 520°C</i> terhadap uji <i>Impact</i> pada velg YIMM (Mio).....	70
Gambar 4.20 Histogram perbandingan harga keuletan rata-rata antara <i>Raw Material</i> dengan <i>Quenching 520°C</i> terhadap uji <i>Impact</i> pada velg Sprint.....	72
Gambar 4.21 Histogram perbandingan harga keuletan rata-rata antara <i>Raw Material</i> dengan <i>Quenching 520°C</i> terhadap uji <i>Impact</i> pada velg V.Rossi.....	73

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Jenis Paduan Aluminium	17
Tabel 4.1 komposisi kimia velg aluminium merk YIMM (Mio).....	49
Tabel 4.2 komposisi kimia velg aluminium merk Sprint.....	50
Tabel 4.3 komposisi kimia velg aluminium merk V.Rossi.....	50
Tabel 4.4 Data hasil uji Kekerasan <i>Brinell</i> <i>Raw Material</i> Merk YIMM (Mio).....	54
Tabel 4.5 Data hasil uji Kekerasan <i>Brinell</i> <i>Quenching 520°C</i> Merk YIMM (Mio).....	54
Tabel 4.6 Data hasil uji Kekerasan <i>Brinell</i> <i>Raw Material</i> Merk Sprint.....	55
Tabel 4.7 Data hasil uji Kekerasan <i>Brinell</i> <i>Quenching 520°C</i> Merk Sprint	56
Tabel 4.8 Data hasil uji Kekerasan <i>Brinell</i> <i>Raw Material</i> merk V.Rossi.....	57
Tabel 4.9 Data hasil uji kekerasan <i>Brinell</i> <i>Quenching 520°C</i> Merk V.Rossi.....	57
Tabel 4.10 Data Hasil uji tarik <i>Raw Material</i> pada velg merk YIMM (Mio).....	60
Tabel 4.11 Data Hasil uji tarik <i>Quenching 520°C</i> pada velg merk YIMM (Mio).....	60

Tabel 4.12 Data Hasil uji tarik <i>Raw Material</i>	
pada velg merk Sprint.....	62
Tabel 4.13 Data hasil uji tarik <i>Quenching 520°C</i>	
pada velg merk Sprint.....	63
Tabel 4.14 Data hasil uji tarik <i>Raw Material</i>	
pada velg merk V.Rossi.....	65
Tabel 4.15 Data hasil uji tarik <i>Quenching 520°C</i>	
pada velg merk V.Rossi.....	65
Tabel 4.16 Data hasil uji <i>impact Raw Material</i>	
pada velg merk YIMM (Mio).....	69
Tabel 4.17 Data Hasil uji <i>impact Quenching 520°C</i>	
pada velg merk YIMM (Mio).....	70
Tabel 4.18 Data hasil uji <i>impact Raw Material</i>	
pada velg merk Sprint.....	71
Tabel 4.19 Data hasil uji <i>impact Quenching 520°C</i>	
pada velg merk Sprint.....	71
Tabel 4.20 Data hasil uji <i>impact Raw Material</i>	
pada velg merk V.Rossi.....	72
Tabel 4.21 Data hasil uji <i>impact Quenching 520°C</i>	
pada velg Merk V.Rossi.....	73

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Satuan Sistem Internasional**
- Lampiran 2. Konstanta Dan Faktor Konversi**
- Lampiran 3. Daftar Lambang**
- Lampiran 4. Tabel Elemen-Elemen Tertentu**
- Lampiran 5. Rumus Kekerasan Dan Diagram Tegangan Regangan**
- Lampiran 6. Standar Uji *impact***
- Lampiran 7. Standar Uji Tarik**
- Lampiran 8. Data Hasil Komposisi Kimia**
- Lampiran 9. Data Hasil Uji Kekerasan Brinell**
- Lampiran 10. Data Hasil Uji *Impact***
- Lampiran 11. Data Hasil Uji Tarik**
- Lampiran 12. Spesimen Uji Tarik**
- Lampiran 13. Spesimen Uji *Impact***